

## Inzicht in verdroging TOP-gebieden via stambuisregressie

*Janco van Gelderen (provincie Utrecht), Martin Knotters (Alterra Wageningen UR), Suzanne van Winsen (thans Tauw)*

De provincie Utrecht heeft als een van de eerste provincies de verdrogingssituatie van haar TOP-natuurgebieden bepaald met stambuisregressie. Hiervoor zijn meetrondes met gerichte grondwateropnames uit voorjaar en zomer gekoppeld aan stambuis-grondwater-meetreeksen. Deze methodiek heeft een statistische basis, waarmee zuivere schattingen zijn verkregen van oppervlaktepercentages die voldoen aan de hydrologische randvoorwaarden voor het betreffende (natuur)gebied (GxG). De intensieve veldmeetcampagne is met een gedegen voorbereiding goed uitvoerbaar. De provincie zal over enige jaren – opnieuw met deze methode – de aanpak van de verdrogingsbestrijding in de Utrechtse TOP-natuurgebieden evalueren.

Verdroging in natuurgebieden is een belangrijk (grond)waterprobleem in Nederland. Gewenste vegetatietypen zijn vaak achteruit gegaan of zelfs afwezig, onder andere door ongeschikte hydrologische condities. Dit artikel beschrijft hoe de provincie Utrecht de hydrologische verdrogingssituatie in haar TOP-gebieden heeft bepaald met stambuisregressie (zie kader) [1]. De monitoringstrategie die daarbij hoort is in 2010 ontworpen [2] door waterschap Amstel, Gooi en Vecht, hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, waterschap Vallei en Eem, en de terreinbeheerders Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Heijkers & Nijsten beschreven deze aanpak eerder in H2O [3]. Daaropvolgend is in 2011 het meetnet van vaste freatische peilbuizen (stambuizen) aangevuld met een aantal nieuwe locaties. In 2013 zijn in het voorjaar en in de zomer in twee meetronden gerichte opnamen gedaan in circa 500 open boorgaten in 11 Utrechtse TOP-gebieden. Suzanne van Winsen heeft tijdens haar MSc. stageproject vanuit Wageningen Universiteit hieraan meegewerkt en een rapport [5] opgesteld waarin ze onder andere de stambuisregressieanalyse heeft uitgewerkt.

### Referentieniveau: maaiveld of NAP?

De presentatie van de resultaten van de stambuisregressie leidde tot een discussie over de wijze van berekening van de methode. Discussiepunt was of freatische grondwaterstanden t.o.v. NAP of maaiveld moeten worden uitgedrukt. Van Winsen [4] hanteerde standen t.o.v. NAP. Uit een herberekening door Alterra [5] bleek dat wanneer freatische grondwaterstanden t.o.v. NAP worden gebruikt, dit in sommige gevallen tot nauwkeuriger schattingen van GxG's kan leiden dan wanneer standen t.o.v. maaiveld zouden worden gebruikt. Dit geldt vooral bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Voor de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) is niet op voorhand te zeggen welke referentie (NAP of maaiveld) nauwkeuriger voorspellingen oplevert en is dus het advies om het allebei te doen. Deze bevinding komt overeen met de bevindingen van Zaadnoordijk en Leunk [6].

Alterra adviseert dus om stambuisregressie voor GVG en GLG uit te voeren met zowel maaiveld als NAP als referentieniveau, en daarna te kiezen voor het model met de meest nauwkeurige schattingen. Deze procedure hoeft weinig extra tijd te kosten, omdat met het AHN (Actueel Hoogtebestand van Nederland) grondwaterstanden eenvoudig kunnen worden omgerekend naar NAP, en voorspellingen eenvoudig kunnen worden teruggerekend naar maaiveld. Voor de GHG is stambuisregressie t.o.v. NAP het advies, omdat deze het nauwkeurigst zal zijn.

### Hydrologische verdrogingssituatie TOP-gebieden Utrecht in 2013

Alterra heeft ook de stambuisregressieanalyse doorgerekend voor de betreffende vegetatietypen (strata) per TOP-gebied [5]. GLG en GVG moeten binnen bepaalde intervallen liggen om bepaalde *vegetatietypen* te realiseren of in stand te houden. Gerekend is met de randvoorwaarden volgens de systematiek van Waternood 3 [7]. Waternood (filosofie en instrumentarium gericht op het realiseren van een optimaal regime voor grond- en oppervlaktewater voor de betreffende gebruiksfunctie) hanteert een streng en een minder streng interval waarbinnen de GLG of GVG moet liggen, zie afbeelding 3.

Tabel 1 geeft voor het vegetatietype behorend bij het hoofdstratum van de elf TOP-gebieden aan welk oppervlaktepercentage voldoet aan de voorwaarden voor respectievelijk GLG en GVG, uitgaande van de strenge Waternood-norm. Hoe lager het oppervlaktepercentage dat voldoet, hoe meer het hoofdstratum in hydrologische zin is verdroogd.

De berekende percentages zijn geschat per hoofdstratum. Over het werkelijke oppervlaktepercentage bestaat onzekerheid. Er zijn twee bronnen van onzekerheid:

1. De steekproef: het aantal punten van de gerichte opname is beperkt, omdat het praktisch en budgettair onmogelijk is om uitputtend te meten.
2. De voorspellingen met het stambuisregressiemodel: GxG's kunnen alleen worden berekend voor locaties waar een tijdreeks van grondwaterstanden is waargenomen, en worden met behulp van stambuisregressie voorspeld voor locaties van gerichte opnamen.

Beide bronnen van onzekerheid zijn verdisconteerd bij de berekening van een 95%-betrouwbaarheidsinterval rond de geschatte oppervlaktepercentages. Dit is gedaan met behulp van Monte-Carlosimulatie, met 1.000 trekkingen van regressievoorspellingen en 1.000 steekproefrealisaties.

**Tabel 1. Verdrogingssituatie in 2013, op basis van strenge normen voor GLG en GVG**

<b>Percentage van de oppervlakte dat voldoet aan de norm</b>	<b>Beoordeling</b>
0-20 = --	Zeer sterk verdroogd
21-35 = -	Sterk verdroogd
36-60 = +/-	Verdroogd
61-75 = +	Minder verdroogd
76-100 = ++	Niet verdroogd

<b>TOP-Gebied</b> Vegetatietype per hoofdstratum	<b>GLG</b> (waarschijnlijke situatie)	<b>GVG</b> (waarschijnlijke situatie)
<b>Armenland Ruwiel</b> blauw grasland typische subass		+-
<b>Bijleveld</b> Ass van bonte paardenstaart en moeraswespenorchis	++	--
<b>Bijleveld</b> Vogelkers-essenbos	++	+-
<b>Blauwe Hel</b> Veenmosrietland	-	--
<b>Blauwe Hel</b> Ass van sterkranswier	+-	+-
<b>Blauwe Hel</b> blauw grasland typische subass		-
<b>Botshol</b> Veenmosrietland	--	-
<b>Groot Zandbrink</b> Ass van gewone dophei		--
<b>Groot Zandbrink</b> Blauw grasland, subass met parnassia		--
<b>Kamerikse Nessen*</b> Ass van moerasstruisgras en zompzegge	+	--
<b>Kolland</b> Eiken-haagbeukenbos	+-	++
<b>Kolland</b> Vogelkers-essenbos	+-	+-
<b>Meeuwenkampje</b> Blauw grasland typische subass		+-
<b>Meeuwenkampje</b> Blauw grasland typische subass		--
<b>Meeuwenkampje</b> Blauw grasland, subass met parnassia		+-
<b>De Meije</b> Blauw grasland typische subass		-
<b>Overlangbroek</b> Essen-iepenbos		++
<b>Overlangbroek</b> Vogelkers-essenbos	++	+-
<b>Schoolsteegbosjes</b> Elzenzegge-elzenbroek	-	--
<b>Schoolsteegbosjes</b> Ass van boterbloemen en waterkruiskruid	--	--
<b>Schoolsteegbosjes</b> Elzenzegge-elzenbroek	+-	--
<b>Schoolsteegbosjes</b> Vogelkers-essenbos	+	+-

\* Voor dit gebied bestaat onzekerheid over de uitkomst, vermoedelijk zijn onjuiste hoogtegegevens van de stambuis gebruikt.

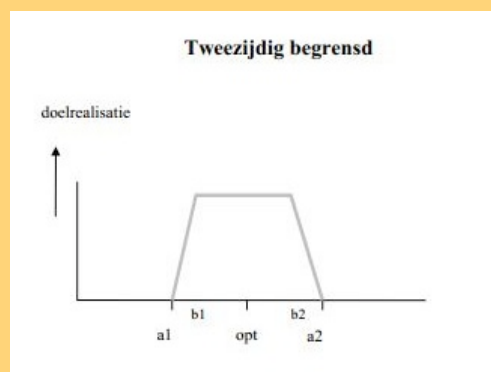
## Stambuisregressie

GxG is de benaming voor de combinatie van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). De GxG zegt dus iets over de variatie in de grondwaterstand op een bepaalde plek.

Stambuisregressie is een methode om GxG-waarden te schatten op locaties waar met een gerichte opname rond GxG-tijdstip een grondwaterstand is gemeten in open boorgaten. Een stambuisregressiemodel beschrijft de relatie tussen de GxG-waarde die voor stambuislocaties zijn berekend en grondwaterstanden die in gerichte opnames zijn gemeten. Met het model kunnen GxG's worden geschat voor de locaties van de open boorgaten. Gebruikmakend van meerjarige datameetreeksen van vaste peilbuizen worden GxG-waarden berekend. Daarna worden de gemeten grondwaterstanden (in de peilbuizen) op het moment van gerichte opname in relatie met de berekende GxG-waarde gebruikt in de regressie-analyse. Dit resulteert in een formule die wordt gebruikt om de GxG-waarde voor de gerichte opnamepunten te schatten.



1) Kaartje met stambuizen + strata



2) Bandbreedtes Waternood vegetatietype



3) Kaartje gerichte opnamelocaties

Uit de tabel valt af te leiden dat de situatie in de TOP-gebieden nog steeds niet op orde is. In veel van deze gebieden worden momenteel maatregelen genomen om de verdroging te bestrijden. Over enkele jaren zal een nieuwe meetronde gerichte opnamen plaatsvinden en zal de regressieanalyse wederom worden uitgevoerd. Dan wordt vastgesteld of de genomen maatregelen effect hebben gehad en de hydrologische situatie in de TOP-gebieden is verbeterd.

Overigens wordt in dit artikel alleen de hydrologische situatie beschreven. De mate van verdroging wordt uiteindelijk formeel afgeleid uit de ecologische situatie (de aanwezige fauna en vegetatie). De hydrologie vormt hierbij veelal een randvoorwaarde.

### **Aandachtspunten uitvoering veldwerk**

De methode van gerichte opnamen vereist een gedegen veldwerkcampagne. In korte tijd worden veel metingen verricht en dienen afhankelijk van de gebiedsgrootte en toegankelijkheid soms flinke afstanden te worden overbrugd. Daarbij verdienen de volgende punten de aandacht:

- De voorjaarsmeetronde is beduidend makkelijker vanwege de minder dichte begroeiing.
- Hoe kleiner het gebied, hoe sneller het werk kan worden gedaan, korte loopafstanden.
- Efficiënt werken helpt, slimme routes lopen, gebruik juiste GPS, boorgaten markeren met stokken/vlaggetjes.
- In de zomer kan bij droogte het boren in kleiige bodems (zeer) zwaar worden.



*Afbeelding 1. Boorgaten worden gemarkeerd met tonkinstokken onder bekijks van jongvee*

### **Evaluatie**

De provincie Utrecht is tevreden over de inzet van deze specifieke monitoringstrategie en de regressieanalyse. Op voorhand leek de gehanteerde methode (te) arbeidsintensief, relatief kostbaar en praktisch gezien lastig uitvoerbaar. Het geheel was uiteindelijk goed te doen tegen redelijke kosten. Daarbij betekende in dit geval de combinatie met een stageopdracht een extra kostenvoordeel.

Sterk punt is dat het verkregen beeld van de verdrogingssituatie gedragen wordt door de gebiedspartners. De gehanteerde methodieken hebben een statistische basis, waardoor zuivere schattingen van oppervlaktepercentages die voldoen aan de randvoorwaarden voor GxG's kunnen worden verkregen. De twee belangrijkste veronderstellingen zijn 1) een lineaire samenhang tussen GxG en grondwaterstand, die eenvoudig grafisch kan worden geverifieerd, en 2) hydrologische homogeniteit: de samenhang die het stambuisregressiemodel beschrijft geldt op alle locaties in een gebied. In kleine gebieden zoals in deze studie is dit redelijk om te veronderstellen.

Andere veronderstellingen over het hydrologische systeem zijn niet nodig. De provincie is van plan om de methode over enkele jaren weer toe te passen ter evaluatie van de aanpak van de verdrogingsbestrijding in de Utrechtse TOP-natuurgebieden. Ook zal de methode worden ingezet in het grootste TOP-gebied, het Noorderpark, dat tot nog toe buiten beschouwing was gelaten.

#### Literatuur

1. Riele, W.J.M. te en D.J. Brus, (1991). *Methoden van gerichte grondwaterstandsmetingen voor het schatten van de GHG*. SC-DLO, Rapport 158, Wageningen.
2. Brouwer, L., Hesp, C.C.M. en F. Th. Verhagen, (2010). *Hydrologische monitoringssystemen verdrogingsbestrijding Utrecht. Hoofdrapport algemene monitoringopzet*, Royal Haskoning rapport 9V9867A0/R0001/500745/Rott, in opdracht van Provincie Utrecht
3. Heijkers, J. en Nijsten, G.J., (2011). *Een statistisch gefundeerde en dus pragmatische aanpak voor monitoring verdrogingsbestrijding*. H2O tijdschrift voor watervoorziening en waterbeheer. nr. 7, 44<sup>e</sup> jaargang 8 april 2011.
4. Winsen, S. van, (2013). *Onderzoek naar de grondwaterkarakteristieken in TOP-gebieden in de provincie Utrecht*. Stagerapport, Wageningen Universiteit en Provincie Utrecht.
5. Knotters, M., Hoogland, T. en B. van Delft, (2014). *Karakterisering van de grondwaterstand in TOP-gebieden van de provincie Utrecht, Toepassing van kanssteekproeven en stambuisregressie*. briefrapport Alterra, onderdeel van Wageningen UR, in opdracht van Provincie Utrecht
6. Zaadnoordijk, W.J. en I. Leunk, (2013). *Haalbaarheidsstudie voor verbeterde methodiek voor schatting GxG met "gerichte opnamen" en stambuisregressie*. KWR-rapport 2013.037, Nieuwegein.
7. Runhaar, H. en S. Hennekens, (2014). *'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 3; Gebruikershandleiding*. Wageningen, Nieuwegein, Utrecht, Alterra Wageningen UR, KWR Watercycle Research Institute, STOWA.